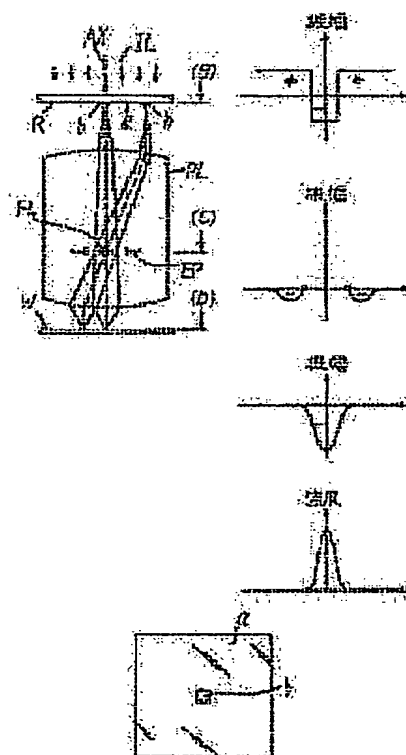


D5

Priority number(s): JP19920036347 19920224

PURPOSE: To use a positive-type resist when a hole pattern is formed by using a phase shift reticle by a method wherein a light flux which is passed near an optical axis is shielded out of light fluxes which are passed through a Fourier transform face with reference to a reticle pattern. **CONSTITUTION:** In a phase shift reticle R, a phase shift transmission part (b) is formed in a substratum transmission part (a). A light-shielding plate FL is installed near a pupil face EP as a Fourier transform corresponding face with reference to a reticle pattern in a projection optical system PL; a beam of light near an optical axis is cut off. Consequently, regarding an amplitude distribution in the pupil face EP, an amplitude near the optical axis AX is removed completely. A negative amplitude distribution having a very small width as the inverse Fourier transform of the amplitude distribution on the pupil face EP is generated on the face of a wafer W. Since the intensity of a projection image is the square of the absolute value of an amplitude distribution, a very small and bright pattern is formed. Thereby, a very fine hole pattern can be formed by using a positive-type resist.



<http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&adjacent=true&loc...> 2009/11/20

11-1191

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-234846

(43)公開日 平成5年(1993)9月10日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027		7818-2H		
G 0 3 F 7/20		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 L
		7352-4M		3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-36347

(22)出願日 平成4年(1992)2月24日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 白石 直正

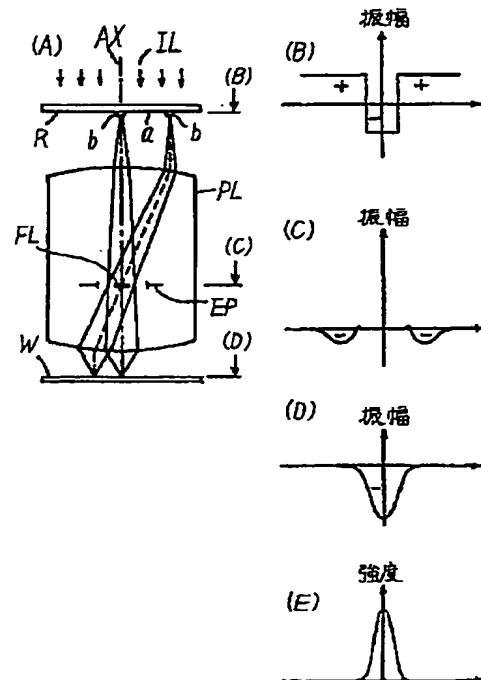
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

(54)【発明の名称】 投影光学系を用いた露光方法

(57)【要約】

【目的】 位相シフトレチクルを用いてホールパターンを形成するとき、ポジ型レジストの使用を可能とする。

【構成】 投影光学系PLの瞳面EP近傍に遮光板FLを設けた投影露光装置を用いて、位相シフトレチクルのパターンを投影する露光方法。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】微細なパターン構造を含むマスクを照明し、該マスクのパターンを投影光学系を介して被露光物上に結像投影する露光方法において、前記マスクを照明する光に対してほぼ透明な透過部と、該透過部を通った光に対してほぼ π の奇数倍だけ位相を異ならせた光を生成する透明な位相シフト部とによって前記微細なパターンが形成されたマスクを前記投影光学系の物体面側に配置し；さらに、前記投影光学系内の前記マスクのパターン面に対して光学的なフーリエ変換の関係になっているフーリエ変換面、又はその近傍に、該フーリエ変換面を通る光のうち光軸付近を通る光を制限する制限部材を配置した状態で、前記被露光物を露光することを特徴とする投影光学系を用いた露光方法。

【請求項2】前記投影光学系の前記マスクのパターンに関する最良結像面と前記被露光物との光軸方向の間隔を、前記被露光物上の1つの領域に対する露光作業の間に変化させることを特徴とする請求項第1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体集積回路、液晶ディスプレイ等の製造に必要な、微細パターンの露光転写技術に関するものであり、特に投影光学系を用いた露光方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体回路パターン等の微細パターンはフォトリソグラフィと呼ばれる方法で形成される。特に、縮小投影法が現在の主流であり、これは、回路パターンの拡大原版（レチクル）を、投影光学系によって縮小して被露光物（ウェハ等）に転写するものである。このときウェハ表面には $1\mu\text{m}$ 程度の厚みで感光膜（フォトレジスト）が塗布されており、前述のレチクルパターンの投影像の明暗（コントラスト）に応じてフォトレジストが感光される。これを現像すると、ポジ型フォトレジストでは光の照射された部分（明部）のレジストが溶解して除去され、光の照射されなかった部分（暗部）のレジストは溶解せずに残膜する。ネガ型フォトレジストでは逆に、明部が残膜し、暗部は溶解する。なお、現在の技術では、ポジ型フォトレジストの方が、ネガ型フォトレジストに比べて解像度や安定性等がすぐれており、一般的なウェハリソグラフィではほとんどポジ型フォトレジストが使用されている。

【0003】従来の投影露光法における解像度（転写可能な最小パターンサイズ）は、 $k \cdot \lambda / \text{NA}$ で表され、 λ （露光波長）を短くすることと、NA（投影光学系の開口数）を拡大することで解像度を向上してきた。最近になって位相シフト法（特公昭62-50811号公報等）や多重結像振幅合成法（1991年春期応用物

2

理学会の講演29a z c-8、9で発表されたSuper FLEX）が提案され、開口数NA、波長 λ を変えることなく、従来よりも解像度を向上させる方法が検討されている。

【0004】位相シフト法とは、光をほぼ全部透過させる光透過部と、この透過部を通った光に対して透過光の位相をほぼ π [rad]、又はその奇数倍だけずらす位相シフター部とで所望のパターンを形成した、いわゆる位相シフトレチクルを使用する露光方法のことである。このとき、通常の透過部（位相=0、振幅= $\exp(i \times 0) = +1$ ）を通った光と、位相シフター部（位相= π 、振幅= $\exp(i \pi) = -1$ ）を通った光の間での光の振幅の相殺効果（ $(+1) + (-1) = 0$ ）を利用して解像度を高める方法である。

【0005】一方の多重結像振幅合成法とは、投影光学系内のレチクルパターンに対するフーリエ変換相当面（以後、瞳面と略す）に、光軸付近の透過率が低く、周辺部の透過率が高い光吸収部材を設けてレチクルパターンを露光する方法である。この多重結像振幅合成法は、特にホールパターン（微小穴パターン）、あるいは島パターン（微小残しパターン）の形成に有利である。

【0006】また、ウェハ上の1つの領域に対する露光を複数回に分割し、分割された各露光毎にウェハを投影光学系の光軸方向に微小量ずつずらして、デフォーカスしたパターン像も多重露光していく多重結像法も提案されている。この方法では特にポジ型フォトレジストにホールパターンを形成する場合に焦点裕度（焦点深度）を拡大することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の完全遮光部（クロム層）と完全透過部とで形成された通常のレチクルパターンを、瞳面に吸収または遮光部材のない投影光学系を使用して露光する場合、その投影像の焦点裕度（焦点深度）は、ほぼ $\pm \lambda / 2 \text{NA}^2$ で決まってしまう。従って解像度向上のために露光波長 λ を小さくして開口数NAを大きくしていくと、焦点深度は必然的にきわめて小さくなってしまう。ところが、実際の半導体集積回路表面（ウェハ上の1つの被露光領域の表面）には $1\mu\text{m}$ 程度の凹凸があり、さらに、パターン転写用の感光材料（フォトレジスト）の光学的厚さ（実際の厚み/屈折率 $\div 0.5\mu\text{m}$ ）を考慮すると、正確なパターンの転写にはほぼ $1.5\mu\text{m}$ 以上の焦点深度が必要である。現在主流となっている投影露光装置では、露光波長 λ が $0.365\mu\text{m}$ 、開口数NAが0.5程度であるので、焦点深度は $\pm 0.365 / 2 \times 0.5^2 = \pm 0.73\mu\text{m}$ になる。この値は幅で、 $1.46\mu\text{m}$ であり、現状でもすでに焦点深度が不足ぎみであることがわかる。従ってこれ以上、露光波長 λ を短くして開口数NAを大きくすることで解像度を向上する方法は、焦点深度を犠牲にする点から現実的ではない。

【0008】位相シフト法では解像度の向上のみでなく、焦点深度の拡大効果もあるが、特にホールパターン（フォトリソに、部分的に微細な穴を形成するためのパターン）に対してはその適用が難しい。これは、前述の如く性能の良いポジ型レジストの使用を前提とすると、レチクルの構成として遮光部となるクロム層の下地に透過部（ホールパターン）を形成し、かつその周囲を囲む透明部に位相シフト部を形成しなければならないためであり、レチクルのパターン製造がきわめて難しい。これは、遮光・透過部の形成用のパターンニング（クロム層エッチングによるパターンニング）と、透過部・位相シフト透過部の形成用のパターンニング（シフター層エッチングによるパターンニング）の計2回のパターンニングが必要であることと、両パターンニングの間で位置合わせが必要となるためである。

【0009】さらにこれらのパターンニングは通常電子線露光装置（EB露光装置）で行われるが、EB露光装置で扱うパターンデータも、透過部・遮光部パターンニング用の描画データと、透過部・位相シフト透過部パターンニング用の描画データの両方のデータが必要となり、極めて膨大なデータを扱うことになってしまう。一方、ホールパターンに対してネガ型レジストの使用を前提とすれば位相シフトレチクルの製造は容易となる。その構成は、透過層となるガラス下地に位相シフト透過部のホールパターンを形成すればよく、1回のパターンニングで済む。しかしながら前述の通り、ネガ型フォトリソはポジ型に比べ性能が劣り、しかも先に述べた多重結像法が併用できないため、露光時の効果は不十分である。

【0010】また、投影光学系の瞳面に吸収部材を設ける多重結像振幅合成法では、特にホールパターンに対して解像度、焦点深度共に改善効果があり、またポジ型フォトリソが使用可能である。しかしながら瞳面の吸収部材の透過率は光軸から同心円状に連続的に変化させる必要があり、この吸収部材を実際に製造するのは難しい。さらにこの吸収部材は光吸収によって発熱、又は蓄熱し、それが投影光学系の他の部材に伝達して熱変形や屈折率変化を誘発することになり、結像性能そのものの劣化を招くことにもなる。ちなみに所期の効果を得ようとすると、瞳面に設けた吸収部材での光吸収量は投影光学系に入射する光量の80%程度にも及ぶ。

【0011】尚、以上においては特にホールパターン形成について述べたが、これはウェハリソグラフィのプロセスで扱う各種パターンの中で、ホールパターンが最も形成困難なパターンだからである。従ってホールパターンが微細化できればそれに伴って集積回路全体も容易に微細化できることになる。従って本発明は、位相シフトレチクル（オールシフターレチクル）を用いてホールパターンを形成するとき、被露光体としてポジ型レジストの使用を可能とする露光方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明では、微細なパターン構造を含むマスク（R）を照明し、マスクのパターンを投影光学系（PL）を介して被露光物（W）上に結像投影する露光方法において、マスクを照明する光に対してほぼ透明な透過部と、透過部を通った光に対してほぼ π の奇数倍だけ位相を異ならせた光を生成する透明な位相シフト部とによって微細なパターンを生成したマスクを、投影光学系の物体面側に配置し、さらに、投影光学系内のマスクのパターン面に対して光学的にフーリエ変換の関係になっているフーリエ面、又はその近傍に、このフーリエ面を通る光のうち光軸付近を通る光を制限する制限部材（遮光板FL）を配置した状態で、投影光学系の像面側に設置された被露光物を露光することとした。

【0013】

【作用】本発明では、下地となるガラス（石英板）の透過部に透明な位相シフト透過部をパターンニングして形成した位相シフトレチクル（オールシフターレチクル）を用いることを前提としている。このようなシフターのみでパターンニングされたレチクルを、通常の投影露光装置に装着してウェハの露光を行うと、位相シフト透過部と下地透過部との境界部、あるいは位相シフト透過部の平面的なサイズがある寸法よりも微細なときは、その位相シフト透過部自体がウェハ上では暗像として転写されていた。この現象については後で詳しく述べるが、下地透過部を通った光とシフター透過部を通った光との位相差が零から π に変化している点に対応しているからである。

【0014】ところが、投影光学系内のレチクルパターンに対するフーリエ変換面（瞳面）を通る光束のうち、光軸付近を通る光束を遮光（又は吸収）すると、それまで暗部として転写されていた境界部や微細なシフター透過部の像が逆に明像となり、他の部分（それまで明像だった部分）は暗像となる。これは、透過部と位相シフト透過部との境界部では、パターンの空間周波数が高く、従ってレチクルパターンから発生する回折光が瞳面では光軸より離れた位置を遮光板で遮光されることなく通過してウェハに達し明像を生じるからである。一方下地となる透過部自体は空間周波数が低く、従って回折光は投影光学系の瞳面で光軸近傍を通ることになり、遮光板で遮光されウェハに達することができないためである。

【0015】

【実施例】本発明の実施例で使用するレチクルRのパターンの一例を図2（A）に示す。これは前述のネガ型レジストを前提としたホールパターン形成に用いる位相シフトレチクルと同様の構成である。すなわち石英等の透明板の下地透過部aの中にホールパターンとなる誘電体薄膜等の位相シフト透過部bが π だけ位相差を与える厚みで形成されている。ここでは位相シフト透過部bが極

めて微細なサイズであるものとする。

【0016】図2(B)は、図2(A)に示すレチクルパターンの断面である。下地透過部aを透過した光L₀の振幅を+1とすれば、位相シフト透過部bを透過した光L₁の振幅の符号は負となる。尚、シフター透過部bでの透過率と下地透過部aでの透過率ほぼ揃っているものとする。さて投影光学系が通常の構成(遮光部材等を含まない)であれば、下地透過部aの投影像はウェハ上において図2(C)に示す振幅分布A_aとなる(光学系によって多少なまる)。一方シフター透過部bの投影像

のウェハ上での振幅分布A_bは図2(D)のようになる。

【0017】実際の像はこの振幅分布A_a、A_bの和であるので、合成された振幅分布は図2(E)のA_abのようになる。像光線の強度はこの振幅分布A_abの絶対値の2乗であるので、図2(F)のような強度分布I_abになる。このとき明部下地に暗部の点が形成されることになり、ホールパターン形成のためにはネガ型レジストが必要となる。尚、図2(F)の破線Sはレジスト感度のスレッシュホールドレベルを表し、これよりも小さいエネルギー強度が与えられた部分が現像時に溶解して除去される。

【0018】図3は再折光学系という概念に基づいて上記の現象を模式的に説明した図である。図3(A)においてレチクルRに垂直に照明光ILが入射するものとする。レチクルRを透過した光はテレセントリックな投影光学系PLによりウェハWに集光され、ここにレチクルパターンの像が形成される。ここでEPは投影光学系PL中のレチクルパターンに対するフーリエ変換相当面(以後瞳面)である。レチクルパターン透過後、すなわち投影光学系PLの物体面側での光の振幅分布は図3(B)のように表され、この分布は瞳面EP上でフーリエ変換されて図3(C)のような振幅分布になる。瞳面EPには大きさ(半径)の制限、すなわち開口数NAに制限があるので、瞳面EP上で、NA相当以上に光軸AXから離れた位置の振幅分布はウェハWには伝達されない。すなわちフーリエスペクトル中の高周波成分は投影光学系PLでカットされ、低周波成分のみがウェハWに伝達する(光軸AX上がゼロ周波数に相当する)。このためウェハW上に形成される投影像はレチクルパターン(シフター透過部b)に対して多少なまることになる。

【0019】この瞳面EPでの振幅分布(C)をもう1度逆フーリエ変換したものがウェハ面(正確には、ベストフォーカス面)での像の振幅分布となる。これを図3(D)に示す。この図3(D)の振幅分布の絶対値の2乗が図3(E)に示したベストフォーカス面での投影像の強度分布になる。なお以上の内容は、以下に述べる本発明の原理を説明するためのものであり、特に本発明による作用ではなく、一般的に成り立つ物理現象である。

【0020】次に本発明による露光方法を図1を用いて

説明する。図1(A)の基本的な構成は図3(A)と同様だが、本発明においては投影光学系PL内の瞳面EP近傍に遮光板FLを設ける。この遮光板FLは光軸近傍に分布する光をカットするものである。レチクルRは図3(A)に示したものと同一のものとする。従ってレチクルパターン透過後、すなわち投影光学系PLの物体面側での光の振幅分布は図1(B)のようになり、これは図3(B)と同じである。ところが、瞳面EPにおける振幅分布は図1(C)に示すように、遮光板FLのために先の図3(C)とは大きく異なったものとなる。すなわち、光軸AXの近傍での振幅が完全に除去(=0)されたものとなる。

【0021】ウェハW面上(正確にはベストフォーカス面)における投影像の振幅分布は、ここでも瞳面EP上の振幅分布図(C)の逆フーリエ変換である。ただし瞳面EPの振幅分布から低周波成分、すなわち光軸近傍部分が除かれているために大面積明部(すなわちゼロ周波~低周波)となるべき光束は、ウェハWには伝達されない。このため瞳面EPの外周部に存在する高周波成分の負の分布のみがウェハWに伝達され、ウェハW上に微小幅の負の振幅分布が図1(D)のように生じる。投影像の強度は図1(D)の振幅分布の絶対値の2乗であるから、図1(E)に示すように微小な明パターンとなり、ポジ型レジストの微小領域を感光、溶解せしめてホールパターンの形成が可能となる。また、ウェハWに伝達される周波数成分は、高周波成分が相対的に強調されたものとなっている為に、より微細なパターンの転写が可能となる。

【0022】さらに、低周波成分は遮光されるため、大面積の下地透過部aからの光束は遮光板FLでカットされるのでウェハWには達することがなく、ウェハW上では完全な暗部となる。尚、この際、ホールパターンの原画となる位相シフト透過部bの大きさは、一辺または直径が投影光学系PLの解像度程度であるものとする。また、実際にはレチクルRを照明する光束ILの入射角度は垂直のみでなくある範囲(開口数)を持つが、この値は、投影光学系PLのレチクル側開口数に対して、0.1倍から0.3倍(0.1 ≤ σ ≤ 0.3)であるとよい。すなわち投影光学系PLの入射瞳(実効的には瞳EPと同じ)に形成される照明光学系の光源像の面積の比であるσ値が0.3より大きいと、位相シフト透過部bと下地透過部aとの各透過光同志の干渉効果がうすらぎ、本発明の効果が低減する。

【0023】また、投影光学系PLの瞳面EPの遮光板FLの半径は、上記の照明光学系からの直接光(0次光成分)を、すべて遮光するために、投影光学系PLの瞳EPの半径(すなわち開口数)に対して、0.4倍程度であるとよい。ただし照明光学系の光源像の大きさによって決まるσ値が比較的小さい場合、例えば、σ値が0.1であるようなときは、遮光板FLの遮光部の半径は瞳

EPの半径の0.2倍程度でもよい。

【0024】また、遮光板FLの遮光部の径が大きいほどパターン像の焦点深度は増大するが、その分光量（ウェハ上での照度）は減少することになるので、光量と焦点深度とのバランスを考えると、瞳半径の6～7割を遮光するのが最も効果的である。ところで、本発明によって得られるホールパターン像に対する強度分布は、図1（E）に示したように、従来の多重結像振幅合成法で得られる強度分布とほぼ同等の微細度となる。ただし、多重結像振幅合成法で用いる投影光学系内の吸光フィルターは、光軸からの距離に応じて連続的に透過率を可変にするとともに、位相反転特性を持たせる必要があり、製造が困難であったが本発明における遮光板FLは完全遮光体でよく、従って金属薄板等によりきわめて容易に製造できる。また、吸光による発熱又は蓄熱の対策として、遮光板FLに冷却部材または温調部材を設けてもよい。例えば、冷却液体を通した細いパイプを遮光板FLの遮光部に沿って取り付け冷却する。このパイプの影響は、遮光板FLの遮光部によりかくされるため、結像特性には全く影響しない。従来の多重結像振幅合成法で用いる吸光フィルターは光束を透過させる必要があるため、このような冷却機構は使えない。

【0025】そこで図4、図5に、本発明で使用する遮光板FLに対する好適な冷却機構の一例を示す。図4は遮光板FLを設けた投影光学系PLの内部の部分断面であり、遮光板FLは鏡筒LB内の瞳面EP近傍に取り付けられる。図4の投影光学系PLでは、瞳面EPはレンズ素子G₁とG₂の間の空間中（空気間隔）に存在するものとする。そして遮光板FLは石英等の透明硝材の上面（レチクル側）に金属物質による中心遮光部FLcを有し、瞳面EPの周囲にも環状の遮光部FLrを有する。図5に示すように中心遮光部FLcは円形であり、環状遮光部FLrは有効瞳径よりも大きく形成され、高周波成分の光束がけられないようになっている。さらに遮光板FLは遮光部を形成した石英の上板と下板との2層構造になっており、その貼り合わせ面には冷却用の流体（気体、又は液体）を流すための細い溝（深さ、幅ともに2mm程度）Gbが形成されている。溝Gbの引き回しは、図5に示すように流体供給孔Kiからの流体が環状遮光部FLrに沿って一順して排気孔Koから出ていくように作られ、さらに中心遮光部FLcと環状遮光部FLrとをつなぐ4本の接続遮光部FLeの下を通して中心遮光部FLcの直下も冷却されるように作られている。

【0026】尚、ここでは石英板上に遮光部FLc、FLr、FLeを形成したが、金属性の薄板を図5に示した遮光部の形に切り出し、これを瞳面EPに挿脱可能に設けてもよい。この場合、金属薄板による遮光板を投影光学系PL内に出し入れしても、透過部には図4のような石英透明部がないので、光学特性上の影響が少ない。

【0027】ところで、本発明における位相シフトレチクルは、従来レチクルに比べパターンからの回折光量を増大するため、多重結像振幅合成法よりも、ウェハWに到達する光量を増大させることができる。また、本発明で用いる位相シフトレチクルは、石英板等の下地透過部aに微小な位相シフター透過部bを設けるだけでよく、完全遮光部（Crなど）を必要としない。このため、レチクルのパターニングは1度でよく層間の重ね合わせも必要とせず、きわめて容易に製造することができる。またレチクル製造用のパターンデーターも従来の完全透過／完全遮光レチクルと同じ規模で済むといった利点もある。本発明で適用可能な位相シフトレチクルの他の実施例としては、ガラス裸面の下地透過部aと位相シフト透過部bとを逆に構成してもよい。

【0028】一方、本発明で使用する投影光学系は、屈折系の他に反射系であってもよく、また光源は水銀ランプなどの輝線ランプやレーザーでよい。さらに投影光学系が反射系である等の理由により、ブロードバンドの露光光が使える場合には、ブロードバンドな露光光でもよい。この場合、位相シフト透過部aでの位相差は、特定の波長以外の波長成分に対しては π [rad] からずれることになるが、それでも従来法に比べて本発明が効果を有することに変わりはない。また、前述の如く、露光を複数回に分割し、かつそれぞれで被露光物（ウェハ）を、投影光学系の光軸方向に微小にずらして露光する多重結像法をあわせて用いてもよい。これにより、焦点深度の拡大効果をより増加することができる。

【0029】この様子を図6に示す。図6（A）、（B）、（C）は、本発明によって得られるホールパターン投影像である。図6（A）はベストフォーカス状態でのホールパターン像の強度分布であり、図6（B）、（C）はそれぞれ所定量のデフォーカス状態での強度分布である。このとき、図6（A）、（B）、（C）の各強度分布を多重結像（光量合成）すると図6（D）のようになり、ポジレジストにホールパターンが形成され、かつ、他の部分では膜ベリ（感光）の発生がほとんどないことがわかる。

【0030】なお、図6（A）～（D）ではフォーカス位置を離散的に変化させたが、露光を複数回に分割せずに、1回の露光動作（1つの被露光領域に適正露光量を与える動作）中に、ウェハを光軸方向に連続移動させても同等の焦点深度増大効果が得られ、かつ処理時間（スループット）的に有利となる。露光中の移動はウェハのみでなく、レチクルを移動しても、あるいは投影光学系を移動してもよい。

【0031】

【発明の効果】以上の様に本発明によれば、製造の容易な位相シフトレチクルと、投影光学系の組み合わせにより、ポジ型レジストの使用が可能な微細ホールパターン形成用の露光方法を実現できる。あるいはさらに、露光

中に被露光体を投影光学系の光軸方向に移動することにより、より大きな焦点深度を得ることができる。

【0032】また、投影光学系中に設ける遮光部材を冷却する手段を設ければ、投影光学系の吸光による発熱の心配もない。

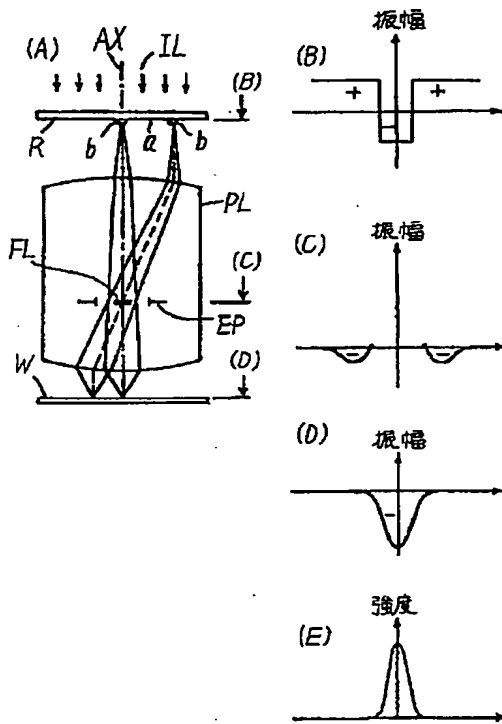
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による露光方法を実施するための装置構成と投影像の振幅、強度分布とを示す図、

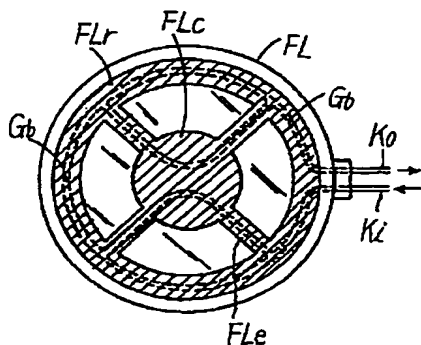
【図2】位相シフトレチクルの構造とそれを使った従来の投影露光時における投影像の振幅、又は強度特性とを示す図、

【図3】位相シフトレチクルのみによる投影像の振幅、

【図1】



【図5】



又は強度特性とを示す図、

【図4】投影光学系の一部分の断面を示す図、

【図5】遮光板の構造を示す図、

【図6】多重結像露光方法を適用した時のホールパターン像の強度分布を示す図である。

【符号の説明】

R…位相シフトレチクル

PL…投影光学系

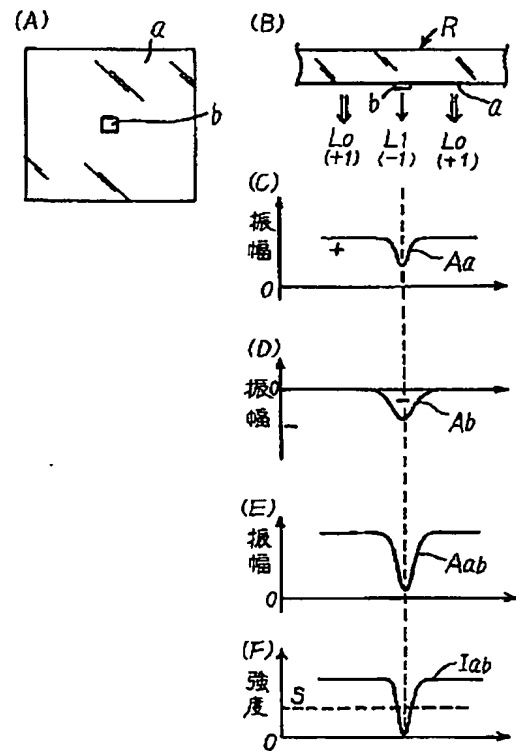
W…ウェハ

10 EP…瞳面（フーリエ変換面）

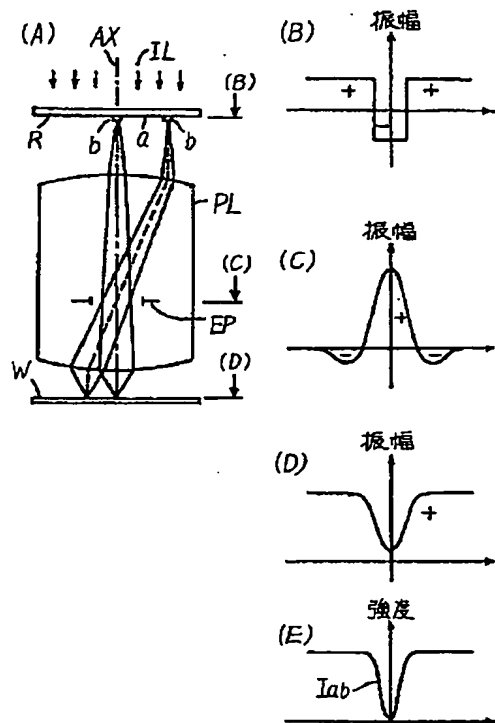
a…下地透過部

b…位相シフター透過部

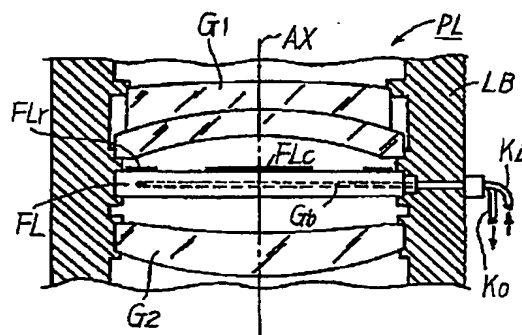
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

